

УДК 504: 004.6

doi:10.20998/2413-4295.2018.16.20

## ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ В Е-ОСВІТІ

Ю. Л. ТИХОНОВ<sup>\*1</sup>, В. А. ЛАХНО<sup>2</sup><sup>1</sup>кафедра ІТС, ЛНУ ім. Тараса Шевченка, Старобільськ, УКРАЇНА<sup>2</sup>кафедра організації комплексного захисту інформації, Європейський університет, Київ, УКРАЇНА

\*e-mail: t2003i17@meta.ua

**АНОТАЦІЯ** У даній роботі пропонується онтологічний підхід до перевірки засвоєння знань, виявлення погано засвоєваних розділів навчального курсу. Це дозволяє на основі комп'ютерної онтології побудувати систему автоматизованого синтезу тестових завдань. Онтологічна БЗ забезпечує єдність міждисциплінарного простору знань. Підхід відрізняється застосуванням КО, що забезпечують систематизацію концептів, врахування їх взаємозв'язку. КО використовуються при автоматизації побудови тестів, що передбачають врахування відхилень сформованої в учня структури понять від реального онтографу ЕК, його структуризацію та розбивку на гілки, що відповідають певним фрагментам ЕК. Використовується ієрархічність онтографу (як сформованого в учня, так і реального).

**Ключові слова:** Онтологічний підхід; комп'ютерна онтологія; онтограф; побудова тестів; ієрархічність; база знань.

## ONTOLOGICAL APPROACH TO KNOWLEDGE CONTROL IN E- LEARNING

U. TIKHONOV<sup>1</sup>, V. LAKHNO<sup>2</sup><sup>1</sup>Department of ITS, LNU. Taras Shevchenko, Starobelsk, UKRAINE<sup>2</sup>Department of Integrated Information Securit, European University, Kyiv, UKRAINE

**ABSTRACT** There are a number of methods that determine the content, form, structure and procedure of the test. However, there is no toolkit based on a systematized and structured description of the objects of study. One of the successful approaches is ontological, where the knowledge of the subject domain is represented in a formalized form. The ontological aspects of the description include a range of issues ranging from structuring information to the linkages of objects. Among the features of the ontological description, we note the presence of levels of concepts and explicit indication of categories of higher order. In this paper we propose an ontological approach to the verification of knowledge acquisition, the discovery of poorly digestible sections of the training course. Computer ontology provides efficient machine processing of knowledge. It allows to build on the basis of computer ontology a system of automated synthesis of test tasks. In contrast to the usual subjective approach, the ontological approach involves strict structuring of terms and concepts. Ontological knowledge base provides the unity of the interdisciplinary knowledge space. The approach is different in applying of computer ontologies, which ensures the systematization of concepts, taking into account their interconnection. Computer ontologies are used for automation of construction of tests, which involve taking into account the deviations of the pupil's structure of concepts from the real e-course ontograph, its structuring and division into branches corresponding to certain fragments of e-course. Used hierarchy ontograph (both formed in the student, and real). The algorithm of automated synthesis of tests is presented, which implements the above-mentioned ontological approach.

**Key words:** Ontological approach; computer ontology; ontographer; construction of tests; hierarchy; knowledge base.

## Вступ

Перевірка знань для кожного ВНЗ є яка суб'єктивізована. Перевірка та оцінка рівня засвоєння навчального матеріалу учнями є складною процедурою, невід'ємною складовою частиною процесу навчання, що включає [1]:

- навчальну функцію;
- діагностичну функцію;
- прогностичну функцію;
- розвиваючу функцію;
- орієнтуючу функцію;
- виховуючу функцію.

Всі ці функції, зрозуміло, повинні бути присутніми і при контролі знань в е-освіті.

Оцінка виступає як результат, формальний вираз процесу оцінювання.

В е-освіті оцінка може бути отримана в автоматизованому або ж в автоматичному режимі. Суб'єктивний фактор буде залежати або від викладача, або від автора алгоритму розрахунку оцінки в автоматичному режимі, наприклад, у тесті.

Оцінка - це не просто показник відповідності його компетенції державним освітнім стандартам вищої освіти, а можливість коректувати весь навчально-виховний процес, що для е-освіти означає можливість удосконалювання ЕК [2].

Існуючі автоматизовані системи контролю знань діляться на дві категорії [3]:

- враховуючі тільки правильні відповіді;
- враховуючі правильні відповіді та частково правильні відповіді.

Для реалізації модуля аналізу питань використовується:

- база знань (БЗ).

– математична модель.

У модулях використовується поняття відстані між правильною відповіддю і відповіддю, наданою студентом [4, 5].

У підході, названому «застосування семантичної мережі» предметна галузь об'єкта, який тестується, представлена онтологією. Використовується апарат кольорових «мереж Петрі». Недоліком такого підходу є значна трудомісткість їхньої побудови та, як наслідок, реалізації [6].

В [7] запропонована поняттєво-тезова модель подання знань, на базі якої можна розробити систему автоматизованої генерації тестів для контролю знань. Разом з тим у ній відсутнє згадування про повноту тесту.

Деякі автори пропонують структурно-онтологічний підхід до контролю знань. Навчальний курс (V) представляється сукупністю  $V = \langle P, Z, Q, Mo, Me, K, A \rangle$ , де P – сукупність проблем; Z – безліч цілей; Q – сукупність завдань; Mo, Me – сукупність моделей і методів відповідно; A – сукупність засобів; K – сукупність критеріїв для оцінки елементів сукупностей Mo, Me, A [8]. Реалізація такої оцінки знань трудомістка й суб'єктивізована.

Відома методика «еталонної онтології», підготовленої експертом, або співтовариством студентів [9, 10]. Реалізація трудомістка, крім того, «еталонна онтологія» суб'єктивізована. Щоб отримати найкращі результати відповідності державним освітнім стандартам вищої освіти, планування навчального процесу потребує підходити максимально виважено до всіх питань е-освіти [11].

Викладене підкреслює складність проблеми якості ЕК, значну трудомісткість реалізації комп'ютерної оцінки знань та її суб'єктивний характер. Необхідна методологія оцінки знань учня в е-освіті і якості електронних курсів.

При онтологічному підході суб'єктивність цього показника зменшується, що потенційно дозволяє якісно поліпшити використання е-освіти для професійно-особистісного розвитку, що є однією з вимог розвитку професіонала як суб'єкта глобального інформаційного процесу.

### Мета роботи

Розглянути підходи на основі онтології до формалізації опису процесу тестування та автоматизованої системи контролю знань.

### Основна частина

#### 1. Онтологизований опис .

Для автоматизованого складання ТЗ з дисциплін, що характеризуються слабкою формалізованістю знань, видається перспективним онтологічний підхід, що дозволяє структурувати предметну область [12], а також зберігати і обробляти знання в машинно-читається поданні. При

онтологічному підході к синтезу ТЗ реалізується: 1) візуальна розмітка навчального матеріалу з метою виділення базових елементів і відносин між ними; 2) збереження виділених елементів і відносин у БЗ; 3) використання шаблонів ТЗ; 4) генерація дистракторів ТЗ (неправильних, але правдоподібних варіантів відповіді) ; 5) контроль цілісності, зв'язності і повноти знань.

У порівнянні з існуючими способами формування БЗ для синтезу ТЗ [13], онтологічний підхід має наступні переваги: 1) спрощення процедури формалізації вихідного навчального матеріалу; 2) онтологія не вимагає доопрацювання системи синтезу ТЗ під кожну конкретну дисципліну.

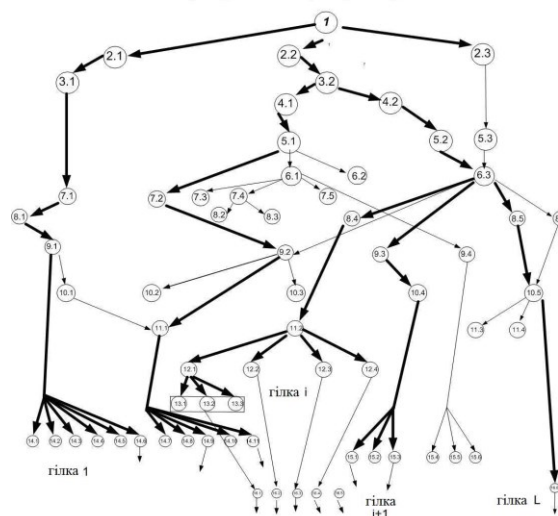
У онтологічних БЗ враховуються такі вимоги [14-18]:

1. Комп'ютерна онтологія забезпечує ефективну машинну обробку знань

2. На відміну від звичайного суб'єктивного підходу до розробки БЗ, онтологічний підхід передбачає строгу структурування термінів і понять.

3. Необхідне використання засобів підтримки автоматизованої побудови онтології ПдГ.

Для автоматизації розробки подібних тестів зручніше використовувати онтограф з нотацією (рис.1.).



Таблиця 1 – Нотація концептів для фрагменту ПдД БД

N	Нотація концепту	Концепт	N	Нотація концепту	Концепт
1	1.	Інформатика	37	11.3	SQL у комерційних реалізаціях
2	2.1	Інформаційні технології	38	11.4	Функції й основні можливості
3	2.2	Обчислювальна техніка	39	12.1	Технології Microsoft для BD
4	2.3	Інформаційна система	40	12.2	Інтерфейс прикладного програмування на Java
5	3.1	Технологія БД	41	12.3	Навігаційний доступ до БД у C++
6	3.2	Засоби ОТ	42	12.4	Інтерфейс із прикладними програмування Delphi
7	4.1	HardWare	43	13.1	Active Data Objects(ADO)
8	4.2	SoftWare	44	13.2	Remote Data Objects(RDO)
9	5.1	Обчислювальна система (OC)	45	13.3	Data Access Objects(DAO)
10	5.2	Програмний продукт	46	14.1	Домен
11	5.3	Автоматизована ІС	47	14.2	Тип даних
12	6.1	Апаратні засоби	48	14.3	Кортеж
13	6.2	Програмне забезпечення	49	14.4	Схема БД
14	6.3	Інструментарій	50	14.5	Схема відношення
15	7.1	БД	51	14.6	Відношення
16	7.2	система керування ОТ	52	14.7	Керування буферами
17	7.3	Mainframe	53	14.8	Керування даними в зовнішній пам'яті
18	7.4	Сервера зберігання даних	54	14.9	журналізація
19	7.5	засобу захисту інформації	55	14.10	Підтримка мов БД
20	8.1	Реляційна база даних	56	14.11	Керування транзакціями
21	8.2	HP Oracle Exadata	57	15.1	Проектування з нормалізацією
22	8.3	Sun Ultra Enterprise 450	58	15.2	Entity-Relationship(ER) - діаграми

23	8.4	інтерфейси для БД	59	15.3	Семантичне моделювання даних
24	8.5	Обчислення предикатів	60	15.4	Зберігання відносин
25	8.6	Алгебра логіки	61	15.5	Журнал
26	9.1	Базові поняття БД	62	15.6	Службова інформація
27	9.2	Система керування БД (СКБД)	63	16.1	Стандарт Open Database Connectivity API (ODBC)
28	9.3	Система проектування	64	16.2	Стандарт Java DataBase Connectivity (JDBC)
29	9.4	Структури зовнішньої пам'яті	65	16.3	компонент Ttable
30	10.1	Базисні засоби маніпулювання	66	16.4	Integrated Database Application Programming Interface (IDAPI).
31	10.2	Клієнт-Серверні СКБД	67	16.5	Borland Database Engine (BDE)
32	10.3	Локальні СКБД	68	16.6	Стандарти SQL
33	10.4	Проектування реляційних БД			
34	10.5	Мова SQL			
35	11.1	Функції			
36	11.2	Application Programm Interfase (API)			

Кожна гілка онтографу ЕК визначає цілісну тему. Наприклад, ланцюжок - 1 (Інформатика), 2.1 (Інформаційні технології), 3.1 (Технологія БД), 7.1 (БД), 8.1 (Реляційна база даних), 14.1 (Домен), 14.2 (Тип даних), 14.3 (Кортеж)...ставиться до теми «Основні поняття БД». Ланцюжок - 1(Інформатика), 2.2 (Обчислювальна техніка), 3.2 (Засоби ОТ), 4.1 (HardWare), 5.1 (Обчислювальна система), 7.2 (Домен), 9.2 (СКБД), 11.1 (Функції), 14.7 (Керування буферами)...ставиться до теми «Основні функції СКБД».

В учня створюється своє бачення ПдД із набором понять і зв'язками між ними. При тестовій перевірці відхилень сформованого в учня онтографу предметної дисципліни від реального досить переконалися в знанні змісту поняття і його зв'язків. КО містить інтерпретацію понять та їх зв'язки.

Використовується ієрархічність онтографу (як сформованого в учня, так і реального). Очевидно, що чим більше номер рівня в онтографі до якого відноситься засвоєний концепт, тим глибше учень знає ПдД.

Алгоритм автоматизованого синтезу тестів, що реалізує вищевказані функції представлений на рис. 2.

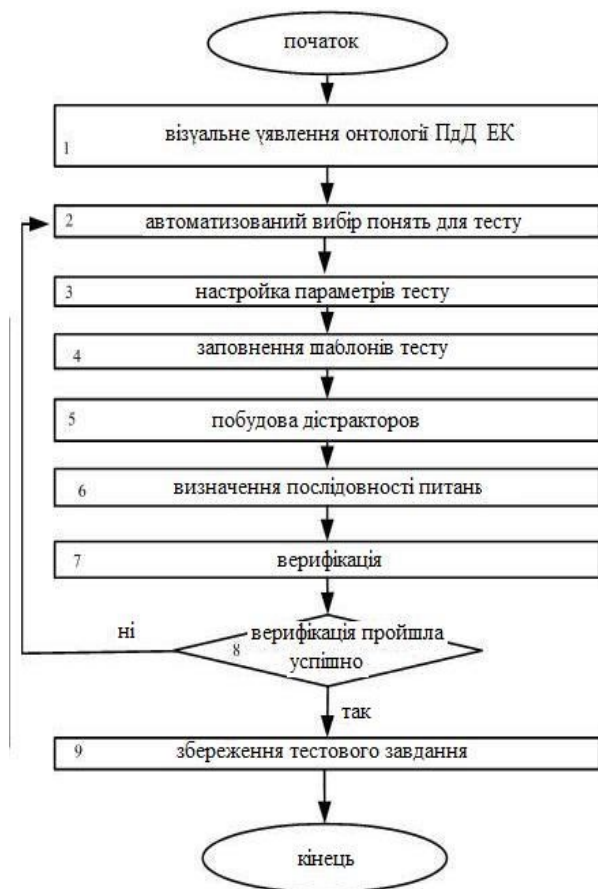


Рис. 2 – Укрупнена блок-схема алгоритму автоматизованого синтезу тестів

У блоці 1 - виведення на екран у вигляді онтографу візуального подання онтології ПдД ЕК.

У блоці 2 - автоматизований візуальний вибір концептів ЕК як базових елементів тесту для ЕК з використанням онтографу (аналогічно вибору концептів для ЕК у модулі БДІ). Відзначається гілка онтографу ЕК І, до якої відноситься концепт.

У блоці 3 - настроювання параметрів тесту (кількість питань, форми відповідей, розподіл обраних концептів по номерах І гілок онтографу ЕК і т.д.).

У блоці 4 - автоматизоване заповнення шаблонів тестів з використанням описів концептів онтології ПдД, обраних для тесту.

У блоці 5 - автоматизоване складання з використанням описів онтології неправильних, але правдоподібних варіантів відповіді тесту з тієї ж предметної області що і правильна відповідь.

У блоці 6 - завдання логіки послідовності питань тестів, оцінювання та збереження балів для гілки, до якої ставиться концепт даного питання.

У блоці 7, 8 - ручна верифікація та напрямок (при необхідності) тесту на коректування.

## Висновки

Онтологічна БЗ забезпечує єдність міждисциплінарного простору знань. Підхід охоплює як процес навчання, так і перевірку засвоєння знань, виявлення погано засвоєваних розділів навчального курсу. КО використовуються при автоматизації побудови тестів, що передбачають врахування відхилень сформованої в учня структури понять від реального онтографу ЕК, його структуризацію та розбивку на гілки, що відповідають певним фрагментам ЕК. Використовується ієрархічність онтографу (як сформованого в учня, так і реального). Перед вивченням концепту учень повинен освоїти всі концепти даної гілки на попередніх рівнях КО. Чим більше номер рівня в онтографі, до якого відноситься засвоєний концепт, тим глибше учень знає ПдД

## Список літератури

1. Бордовская, Н. В. Педагогика / Н. В. Бордовская, А. А. Реан. – Санкт-Петербург: Питер, 2000. – 304 с.
2. Полат, Е. С. Метод проектов: типология и структура / Е. С. Полат // Лицейское и гимназическое образование. – 2002. – №9. – С. 10–15.
3. Ковтун, С. А. О концепции создания интеллектуальных тестирующих систем / С. А. Ковтун, С. Н. Капитан, О. О. Савельев // Искусственный интеллект. – 2009. – № 4. – С. 360 – 364.
4. Антонов, Ю. С. Методика аналізу тестових завдань на основі отриманих результатів тестування / Ю. С. Антонов, О. М. Космінська // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2009. – № 4. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em12/emg.html>.
5. Антонов, Ю. С. Деякі аспекти створення комп'ютерних систем тестування та використання нової методики аналізу результатів / Ю. С. Антонов // Матеріали IV Всеукр. наук.-практ. конф. „Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій в науці, освіті та економіці”. – Луганськ: Phoenix, 2010. – С. 153 – 155.
6. Копылова, Е. В. Тестирование объектов методом адаптивного обхода онтологии. / Е. В. Копылова // Сб. трудов НГТУ. – 2005. – №4. – С. 17–23.
7. Титенко, С. В. Семантична модель знань для цілей організації контролю знань у навчальній системі / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // Сб. трудов VI Межд. конф. “Интеллектуальный анализ информации”. – 2006. – Киев. – 2006. – С. 298–307.
8. Нетавская, Е. Т. Структурно-онтологический подход к оптимизации процессов контроля знаний / Е. Т. Нетавская // Штучний інтелект. – 2006. – №4. – С. 541–547.
9. Amagasa, M. Structural modeling in a class of systems using fuzzy sets theory / M. Amagasa, E. Tazaki // Fuzzy Sets and Systems. – 1979. – №2. – С. 87–103.
10. Морозова, О. И. Метод нечеткого структурного анализа онтологий / О. И. Морозова, А. Ю. Соколов, В. М. Хуссейн // Системы обработки информации: сб. науч. пр. – X. – 2010. – (Вып. 5 (86)). – С. 104–107.
11. Lisi, F. A. Nonmonotonic onto-relational learning / F. A. Lisi, F. Esposito // Chapter Inductive Logic Programming. – 2009. –Vol. 5989. – p. 88–95. – doi: 10.1007/978-3-540-85928-4\_15.

12. Давыдова, Н. А. Автоматизированный синтез тестовых заданий для систем педагогического контроля знаний / Н. А. Давыдова, И. Д. Рудинский // *Информатизация образования и науки*. – 2013. – № 1 (17). – С. 77-90.
13. Титенко, С. В. Практична реалізація технології автоматизації тестування на основі понятійно-тезисної моделі. Образованіе и виртуальность / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // *Сборник научных трудов 10-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования*. - Харьков-Ялта: УАДО. – 2006. – С. 401-412.
14. Ondřej, Šváb-Zamazal. Detection and Transformation of Ontology Patterns / Ondřej Šváb-Zamazal, Vojtěch Svátek, François Scharffe, Jérôme David // *Chapter Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management*. – 2011. – Vol. 128. – p. 210–223. – doi:10.1007/978-3-642-19032-2\_16.
15. Moon, B. M. Applied Concept mapping: Capturing, analyzing, and organizing knowledge / B. M. Moon, R. R. Hoffman, J. D. Novak, J. J. Cañas // New York.: CRC Press. – 2011. URL: [http://planet.uwc.ac.za/nisl/ESS/ESS132/documents/ESS132\\_concept\\_map.pdf](http://planet.uwc.ac.za/nisl/ESS/ESS132/documents/ESS132_concept_map.pdf).
16. Starr, R. R. Concept maps as the first step in an ontology construction method / R. R. Starr, J. M. P. Oliveira // *Information Systems*. – 2013. – vol. 38. – № 5.
17. Nuntawong, C. A Semantic Similarity Assessment Tool for Computer Science Subjects Using Extended Wu & Palmer's Algorithm and Ontology / C. Nuntawong, S.N. Chakkrit, M. Brückner // *Information Science and Applications. LNEE*. – 2015. – 339. – P. 989-996.
18. Палагин, А. В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний / А. В. Палагин, С. Л. Кривый, Н. Г. Петренко. – Луганск: изд-во ВЛУ им. В. Даля, 2012. – 323 с.
19. *informaticsykh tekhnolohiy v nautsi, osviti ta ekonomitsi*", Luhansk : Phoenix, 2010, 153-155.
20. Kopylova, E. V. Testyrovanye obektov metodom adaptivnoho obkhoda ontolohyy. *Sb. trudov NHTU*, 2005, 4, 17–23.
21. Tytenko, S. V., Haharin, O. O. Semantychna model znan dla tsiley orhanizatsiyi kontrolyu znan i navchalniy systemi *Sb. trudov VI Mezhd. konf. "Yntellektualnyy analiz ynformatsyy"*, Kyev, 2006, 298–307.
22. Netavskaya, E. T. Strukturno-ontolohycheskyy podkhod k optymizatsyy protsessov kontrolya znanyy. *Shtuchniy yntellekt*, 2006, 4, 541–547.
23. Amagasa, M., Tazaki, E. Structural modeling in a class of systems using fuzzy sets theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 1979, 2, 87–103.
24. Morozova, O. Y., Sokolov, A. Yu., Khussey, V. M. Metod nechetkoho strukturnoho analiza ontolohyy *Sistemy obrobky informatsiyi: zb. nauk. pr.*, 2010, 5 (86), 104–107.
25. Lisi, F. A., Esposito, F. Nonmonotonic onto-relational learning. *Chapter Inductive Logic Programming*, 2009, 5989, 88–95, doi: 10.1007/978-3-540-85928-4\_15.
26. Davydova, N. A., Rudinskiy, I. D. Avtomatizirovannyi sintez testovykh zadaniy dlya sistem pedagogicheskogo kontrolya znaniy. *Informatizatsiya obrazovaniya i nauki*, 2013, 1 (17), 77-90.
27. Titenko, S. V., Gagarin, O. O. Praktichna realizatsiya tekhnologi avtomatizatsii testuvannya na osnovi ponyatiyno-tezysnoy modeli. *Obrazovaniye i virtual'nost'*. *Sbornik nauchnykh trudov 10-y Mezhdunarodnoy konferentsii Ukrainskoy assotsiatsii distantsionnogo obrazovaniya*. Khar'kov-Yalta: UADO, 2006, 401-412.
28. Ondřej, Šváb-Zamazal, Vojtěch, Svátek, François, Scharffe, Jérôme, David. Detection and Transformation of Ontology Patterns. *Chapter Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management*, 2011, 128, 210-223, doi:10.1007/978-3-642-19032-2\_16.
29. Moon, B. M., Hoffman, R. R., Novak, J. D., Cañas, J. J. Applied Concept mapping: Capturing, analyzing, and organizing knowledge. New York.: CRC Press, 2011. Available at: [http://planet.uwc.ac.za/nisl/ESS/ESS132/documents/ESS132\\_concept\\_map.pdf](http://planet.uwc.ac.za/nisl/ESS/ESS132/documents/ESS132_concept_map.pdf).
30. Starr, R. R., Oliveira, M. P. Concept maps as the first step in an ontology construction method. *Information Systems*, 2013, 38, № 5.
31. Nuntawong, C. A., Chakkrit, S. N., Brückner, M. Semantic Similarity Assessment Tool for Computer Science Subjects Using Extended Wu & Palmer's Algorithm and Ontology. *Information Science and Applications. LNEE*, 2015, 339, 989-996.
32. Palagin, A. V., Krivyy, S. L., Petrenko, N. G. Ontologicheskiye metody i sredstva obrabotki predmetnykh znaniy. *Lugansk: izd-vo VNU im. V. Dallya*, 2012, 323.

## Bibliography (transliterated)

## Відомості про авторів (About authors)

**Тихонов Юрій Леонідович** – кандидат технічних наук, PHD, доцент, ЛНУ ім. Тараса Шевченка, доцент кафедри ІТС, Старобільськ, Україна; e-mail: [t2003i17@meta.ua](mailto:t2003i17@meta.ua).

**Yuriy Tikhonov** – Ph. D., Docent, LNU them. Taras Shevchenko, Associate Professor, ITS Department, Starobelsk, Ukraine; e-mail: [t2003i17@meta.ua](mailto:t2003i17@meta.ua).

**Лакно Валерій Анатолійович** – доктор технічних наук, Європейський університет, професор, завідувач кафедри організації комплексного захисту інформації, м. Київ, Україна; E-mail: [lva964@gmail.com](mailto:lva964@gmail.com).

**Valeriy Lakhno** – Doctor of Technical Sciences, European University, professor, Head of the Department of Integrated Information Securit, Kyiv, Ukraine, E-mail: [lva964@gmail.com](mailto:lva964@gmail.com).

*Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Тихонов, Ю. Л.** Онтологічний підхід до контролю знань в е-освіті / **Ю. Л. Тихонов, В. А. Лахно** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», – 2018 – № 16 (1292). – С. 128-133. – doi:10.20998/2413-4295.2018.16.20.

*Please cite this article as:*

**Tikhonov, Y., Lakhno, V.** Ontological approach to knowledge control in e-learning. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, **16** (1292), 128-133, doi:10.20998/2413-4295.2018.16.20.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Тихонов, Ю. Л.** Онтологический подход к контролю знаний в электронном обучении / **Ю. Л. Тихонов, В. А. Лахно** // *Вестник НТУ «ХПИ»*, Серія: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ», – 2018. – № 16 (1292). – С. 128-133. – doi:10.20998/2413-4295.2018.16.20.

**АННОТАЦИЯ** В данной работе предлагается онтологический подход к проверке усвоения знаний, выявления плохо усваиваемых разделов учебного курса. Это позволяет на основе компьютерной онтологии построить систему автоматизированного синтеза тестовых заданий. Онтологическая БЗ обеспечивает единство междисциплинарного пространства знаний. Подход отличается применением КО, обеспечивающих систематизацию концептов, учета их взаимосвязи. КО используются при автоматизации построения тестов, предусматривающие учета отклонений сложившейся у ученика структуры понятий от реального онтографа ЭК, его структурирование и разбику на ветви, соответствующие определенным фрагментам ЭК. Используется иерархичность онтографа (как сложившегося у ученика, так и реального).

**Ключевые слова:** онтологический подход; компьютерная онтология; онтограф; построение тестов; иерархичность; база знаний.

*Поступила (received) 11.05.2018*